



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift

(10) DE 101 22 503 A 1

(51) Int. Cl. 7:

F 02 M 61/18

(21) Aktenzeichen: 101 22 503.2
 (22) Anmeldetag: 10. 5. 2001
 (43) Offenlegungstag: 21. 11. 2002

(71) Anmelder:
 Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
 Mattes, Patrick, Dr., 70569 Stuttgart, DE; Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

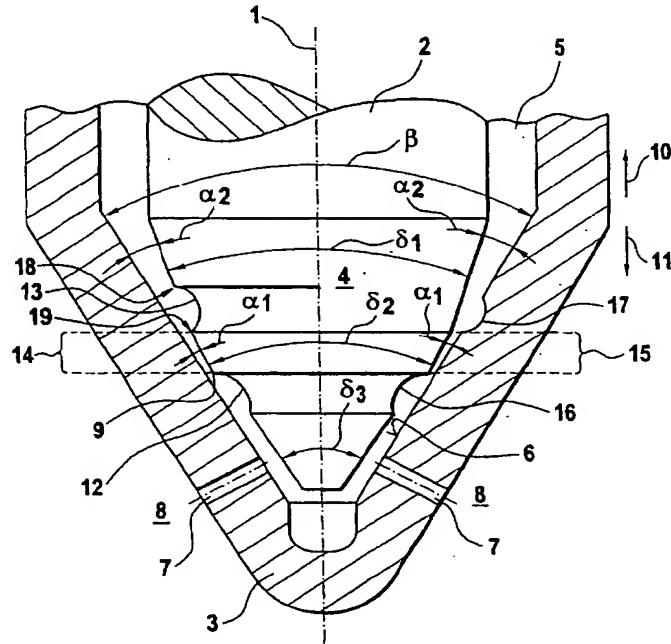
(74) Vertreter:
 Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 68165 Mannheim

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Ventil mit radialen Ausnehmungen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Ventil mit einer in einer Bohrung (5) eines Ventilkörpers (3) axial verschiebbaren Ventilnadel (2), die an ihrem einen Ende eine konische Ventilnadelspitze (4) aufweist. Die Ventilnadelspitze (4) umfaßt dabei eine radiale Ventildichtfläche (9), die in Schließstellung des Ventils an einer konischen Ventilkörperinnenwand (6) am geschlossenen Ende der Bohrung (5) zur Anlage kommt. In der konischen Ventilkörperinnenwand (6) ist mindestens eine Öffnung (7) angeordnet, die die Bohrung (5) mit der Außenseite (8) des Ventilkörpers (3) verbindet. Das Ventil enthält zwei radiale Ausnehmungen (12, 13, 16, 17), die in der Ventilnadelspitze (4) oder der Ventilkörperinnenwand (6) angeordnet sind, wobei sich eine der radialen Ausnehmungen (13, 17) stromaufwärts (10) und die andere radiale Ausnehmung (12, 16) stromabwärts (11) von der Position der Ventildichtfläche (9) in Schließstellung des Ventils befindet.



DE 101 22 503 A 1

DE 101 22 503 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Einspritzdüsen sind wesentliche Bauteile von selbstzündenden Brennkraftmaschinen. Zu ihren Aufgaben zählen das dosierte Einspritzen, das Aufbereiten des Kraftstoffs, das Formen des Einspritzverlaufs und das Abdichten gegen den Brennraum. Neben der Haupteinspritzung erfolgt u. a. bei Common Rail-Dieseleinspritzsystemen eine Vor einspritzung, die eine Absenkung von Abgasemissionen und von Geräuschabstrahlungen ermöglicht. Die vorliegende Erfindung betrifft jedoch nicht nur Kraftstoffeinspritzdüsen, sondern alle Arten von Düsen bzw. Zumeßventilen.

Stand der Technik

[0002] DE 196 34 933 bezieht sich auf ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem in einer Bohrung eines Ventilkörpers axial verschiebbaren Ventilglied. Das Ventilglied weist an seinem dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Ende eine konische Ventildichtfläche auf, mit der es mit einer konischen Ventilsitzfläche am brennraumseitigen geschlossenen Ende der Bohrung des Ventilkörpers zusammenwirkt. Die konische Ventildichtfläche am Ventilglied ist in zwei unterschiedliche Kegelwinkel aufweisende Bereiche geteilt. An dem Übergang der zwei Bereiche ist eine Ventildichtkante gebildet. Ferner weist das Kraftstoffeinspritzventil wenigstens eine Einspritzöffnung auf, die sich in dem sich stromabwärts an die Dichtkante anschließenden Bereich befindet. Schließlich ist zwischen den jeweils einen unterschiedlichen Kegelwinkel aufweisenden Ventildichtflächenbereichen ein Absatz vorgesehen, woraus sich Vorteile für die Zumeßgenauigkeit der Einspritzmenge ergeben.

[0003] Die Zumessung der Einspritzmenge durch eine Kraftstoffeinspritzdüse ändert sich über ihre Lebensdauer aufgrund von Verschleiß. Insbesondere bei Common Rail Injektoren verändert sich die Position der Ventildichtfläche, also derjenigen Fläche, mit der die Ventilnadelspitze in Schließstellung des Ventils an der konischen Ventilkörperinnenwand zur Anlage kommt. Die Ventildichtfläche kann, verursacht durch Verschleiß, sowohl zum größeren als auch zum kleineren Durchmesser der konischen Ventilnadelspitze "wandern". Die Ventilnadel kommt folglich in Schließposition des Ventils an einem höheren Punkt relativ zum Ventilkörper an der Ventilkörperinnenwand zur Anlage. Dadurch ergibt sich ein veränderter Einspritzverlauf. Dies führt insbesondere bei Common Rail Einspritzdüsen dazu, daß mit fortschreitender Lastspielzahl (Zahl der Lastwechsel) die Voreinspritzmenge kleiner wird und schließlich ganz wegfällt.

Darstellung der Erfindung

[0004] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, daß das "Wandern" der Ventildichtfläche begrenzt und der Verschleiß des Ventils reduziert wird. Dies wird erreicht durch ein Ventil mit einer in einer Bohrung eines Ventilkörpers axial verschiebbaren Ventilnadel, die an ihrem einen Ende eine konische Ventilnadelspitze aufweist. Die Ventilnadelspitze umfaßt dabei eine radiale Ventildichtfläche, die in Schließstellung des Ventils an einer konischen Ventilkörperinnenwand am geschlossenen Ende der Bohrung zur Anlage kommt. In der konischen Ventilkörperinnenwand ist mindestens eine Öffnung angeordnet, die die Bohrung mit der Außenseite des Ventilkörpers verbindet. Das Ventil enthält zwei radiale Ausnehmungen, die in der Ventilnadel-

spitze oder der Ventilkörperinnenwand angeordnet sind, wobei sich eine der radialen Ausnehmungen stromaufwärts und die andere radiale Ausnehmung stromabwärts von der Position der Ventildichtfläche in Schließstellung des Ventils befindet.

[0005] Zwischen den radialen Ausnehmungen befindet sich ein Sitzbereich, auf den das "Wandern" der Ventildichtfläche begrenzt ist. In Schließstellung des Ventils kommt die Ventilnadelspitze mit der Ventildichtfläche in diesem Sitzbereich an der konischen Ventilkörperinnenwand zur Anlage und dichtet somit die Bohrung stromaufwärts von der Ventildichtfläche gegen die Bohrung stromabwärts von der Ventildichtfläche und somit auch gegen die Außenseite des Ventilkörpers ab. Unter der Außenseite des Ventilkörpers ist in diesem Zusammenhang dasjenige Volumen zu verstehen, in das ein strömendes flüssiges oder gasförmiges Medium eintritt, wenn es bei geöffnetem Ventil aus dem Ventil über seine Öffnungen austritt. Mit zunehmendem Verschleiß kann die Ventildichtfläche (bezogen auf die Schließstellung des Ventils) entweder bis zur Oberkante der ersten Ausnehmung stromabwärts oder bis zur Unterkante der zweiten Ausnehmung stromaufwärts "wandern", aber nicht weiter. Die Ausnehmungen verhindern, dort wo sie radial in der Ventilnadelspitze oder der Ventilkörperinnenwand angeordnet sind, ein Anliegen der Ventilnadelspitze an der Ventilkörperinnenwand, da sie einen Abstand zwischen diesen beiden Bestandteilen des Ventils erzeugen.

[0006] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzt die konische Ventilnadelspitze eine Mantelfläche, die mindestens zwei Bereiche mit verschiedenen Kegelwinkeln umfaßt.

[0007] Die Anordnung der mindestens zwei Bereiche der Ventilnadelspitze mit den verschiedenen Kegelwinkeln in Kombination mit den Positionen der erfundungsgemäßen zwei radialen Ausnehmungen und dem Kegelwinkel der konischen Ventilkörperinnenwand definieren, auf welcher Position der Ventilnadelspitze sich die Ventildichtfläche befindet.

[0008] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des erfundungsgemäßen Ventils, wobei die Ausnehmungen durch Bearbeitung eines Standardventils gefertigt werden, beispielsweise durch spanende Bearbeitung. Durch Verwendung von Standardventilen, die serienmäßig eingesetzt werden, können die erfundungsgemäßen Ventile kostengünstig und mit geringem Aufwand hergestellt werden.

Zeichnung

[0009] Anhand der Figur wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

[0010] Es zeigt:

[0011] Fig. 1 zwei mögliche Ausführungsformen des erfundungsgemäßen Ventils.

Ausführungsvarianten

[0012] Fig. 1 zeigt zwei Varianten des erfundungsgemäßen Ventils kombiniert in einer schematischen Zeichnung. Eine Variante ist links von der Symmetriechse 1, die andere rechts davon dargestellt. Hauptbestandteile des gezeigten Ventils sind die Ventilnadel 2 und der Ventilkörper 3, wobei die Ventilnadel 2 axial in dem Ventilkörper 3 verschiebbar ist. Die Ventilnadel 2 weist an ihrem Ende eine konische Ventilnadelspitze 4 auf. Der Ventilkörper 3 enthält eine Bohrung 5, die am Ende konisch zuläuft. In der konischen Ventilkörperinnenwand 6 sind Öffnungen 7 angeordnet, die die Bohrung 5 bei geöffnetem Ventil mit der Außenseite 8 des

Ventilkörpers 3 verbinden.

[0013] In der Schließstellung des Ventils kommt die Ventilnadelspitze 4 mit einer radialen Ventildichtfläche 9 an der konischen Ventilkörperinnenwand 6 zur Anlage. Die Ventildichtfläche 9 hat die Form der Mantelfläche eines Kegelstumpfs. Sie liegt bei geschlossenem Ventil an der konischen Ventilkörperinnenwand 6 an und dichtet somit die Bohrung 5 stromaufwärts 10 von der Ventildichtfläche 9 gegen die Bohrung 5 stromabwärts 11 von der Ventildichtfläche 9 ab. Das Ventil ist dann dicht geschlossen und ein flüssiges oder gasförmiges Medium kann nicht aus den Öffnungen 7 zur Außenseite 8 austreten.

[0014] Bei der links von der Symmetriearchse 12 dargestellten ersten Variante des erfindungsgemäßen Ventils enthält das Ventil zwei radiale Ausnehmungen 12 und 13. Beide sind in der Ventilnadelspitze 4 angeordnet.

[0015] In dieser bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ventils umfaßt die Mantelfläche der Ventilnadelspitze 4 drei Bereiche mit verschiedenen Kegelwinkeln δ_1 , δ_2 und δ_3 . Die drei Bereiche werden jeweils durch eine der zwei Ausnehmungen 12, 13 voneinander getrennt. Die Grenzen der Bereiche liegen zwischen der oberen 18 und der unteren Kante 19 oder auf einer der beiden Kanten der jeweiligen Ausnehmung 12, 13. Die Kegelwinkel δ_1 , δ_2 , δ_3 der drei Bereiche werden stromabwärts 11 größer ($\delta_1 < \delta_2 < \delta_3$). Der Kegelwinkel β der konischen Ventilkörperinnenwand 6 ist kleiner als der Kegelwinkel δ_3 und größer als der Kegelwinkel δ_2 . Dadurch ist die Position der Ventildichtfläche 9 des Ventils, bevor es verschleißt, genau definiert. Sie liegt an dem Übergang zwischen den beiden Bereichen mit den Kegelwinkeln δ_2 und δ_3 oder, falls dort wie in Fig. 1 eine Ausnehmung 12 angeordnet ist, an der oberen Kante dieser Ausnehmung 12. Durch Verschleiß kann sich die Anlage-Position der Ventildichtfläche 9 an der Ventilkörperinnenwand 6 in Schließposition des Ventils lediglich in dem Sitzbereich 14 zwischen den Ausnehmungen 12 und 13 verschieben. Der Abstand zwischen den beiden Ausnehmungen 12 und 13 gibt vor, wie weit die Ventildichtfläche maximal "wandern" kann, wie groß demnach der mögliche Sitzbereich 14 ist.

[0016] Durch die Vorgabe $\delta_1 < \delta_2$ für die Kegelwinkel der zwei Ventilnadelspitzen-Bereiche ergeben sich zwei Differenzwinkel α_1 , α_2 von der Ventilnadelspitze 4 zu der konischen Ventilkörperinnenwand 6, für die gilt: $\alpha_2 > \alpha_1$. Dies ist eine weitere Maßnahme, um ein Wandern der Ventildichtfläche 9 zu einem größeren Ventilnadel Durchmesser hin, oberhalb der zweiten Ausnehmung 13, zu verhindern. Als Ergebnis liegt die Ventildichtfläche 9 bei geschlossenem Ventil ausschließlich in dem Sitzbereich 14 an der Ventilkörperinnenwand 6 an.

[0017] Zur Gewährleistung, daß der Differenzwinkel α_2 größer als der Differenzwinkel α_1 ist, wäre auch denkbar, daß die Ventilnadelspitze nur zwei Bereiche mit unterschiedlichen Kegelwinkeln δ_2 und δ_3 aufweist, die Ventilkörperinnenwand 6 jedoch in Schließposition des Ventils stromaufwärts 10 von der unteren Kante der zweiten Ausnehmung 13 einen Kegelwinkel aufweist, der größer als der Kegelwinkel β der Ventilkörperinnenwand 6 stromabwärts 11 davon ist. Folglich würde das konische Ende des Ventilkörpers 3 stromaufwärts 10 einen "Knick nach außen" aufweisen.

[0018] Für die zweite, rechts von der Symmetriearchse 1 dargestellte Variante des erfindungsgemäßen Ventils gilt dasselbe wie für die erste Variante. Der einzige Unterschied zur ersten Variante besteht darin, daß nur die erste radiale Ausnehmung 16 in der Ventilnadelspitze 4 angeordnet ist, wohingegen sich die zweite radiale Ausnehmung 17 in der konischen Ventilkörperinnenwand 6 befindet. Dadurch wird

derselbe Effekt wie in der ersten Variante erzielt: Die Ventildichtfläche 9 kann infolge von Verschleiß des Ventils lediglich entlang des Sitzbereiches 15 "wandern", der in Schließposition des Ventils durch die beiden Ausnehmungen 16 und 17 begrenzt wird.

[0019] Denkbar sind weitere Varianten des erfindungsgemäßen Ventils (nicht in der Figur dargestellt), bei denen zum Beispiel beide Ausnehmungen in der konischen Ventilkörperinnenwand 6 oder die erste Ausnehmung in der Ventilkörperinnenwand 6 und die zweite Ausnehmung in der Ventilnadelspitze 4 angeordnet sind.

[0020] Bei den in Fig. 1 dargestellten Varianten der vorliegenden Erfindung haben die Ausnehmungen einen Querschnitt mit der Form eines Kreissegments (Nut). Weitere mögliche Formen, die der Querschnitt der jeweiligen Ausnehmung haben kann, sind die eines Kreissektors, eines Drei-, Vier- oder sonstigen Vielecks oder Kombinationen aus verschiedenen der genannten Formen. Unter eine Kombination ist beispielsweise ein Querschnitt mit der Form eines Kreissektors, der in ein Viereck übergeht, zu verstehen.

[0021] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Ventil eine Kraftstoffeinspritzdüse, vorzugsweise in selbstzündenden Brennkraftmaschinen. Bei Kraftstoffeinspritzsystemen ergibt sich über die Lebensdauer der Kraftstoffeinspritzdüse eine Einspritzmengendrift durch ein verschleißbedingtes "Wandern" der Ventildichtfläche 9. Ein veränderter Einspritzverlauf kann zu unerwünschten Abgasemissionen, lauterem Laufgeräuschen oder einem größeren Verschleiß der selbstzündenden Brennkraftmaschine führen. Bei einem erfindungsgemäßen Ventil wird diese Einspritzmengendrift in vorteilhafter Weise begrenzt und stark verringert, da die Ventildichtfläche 9 lediglich innerhalb des Sitzbereichs 14, 15 "wandern" kann. In Abhängigkeit von dem axialen Abstand der beiden Ausnehmungen kann die maximale Mengendrift während der Lebensdauer der Kraftstoffeinspritzdüse eingestellt werden.

[0022] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Ventil als Kraftstoffeinspritzdüse in selbstzündenden Brennkraftmaschinen mit Common Rail-Dieseleinspritzung eingesetzt. Insbesondere bei Common Rail-Düsen verringert sich die Voreinspritzmenge durch ein verschleißbedingtes Wandern der Ventildichtfläche 9 zu größeren Ventilnadel Durchmessern hin, im Extremfall bleibt die Voreinspritzung ganz aus. Dies wird in vorteilhafter Weise durch den Einsatz erfindungsgemäßer Ventile verhindert.

[0023] Das erfindungsgemäße Ventil kann als Sitz- oder Sacklochdüse aufgebaut sein. Die Öffnungen 7 einer Sacklochdüse sind in einem Sackloch angeordnet, das sich in Schließstellung des Ventils unterhalb der Ventilnadelspitze 4 in dem Ventilkörper 3 befindet. Bei Sacklochdüsen liegt der Anfang der Öffnungen 7 so in der Ventilkörperinnenwand 6, daß sie bei geschlossener Düse durch die Ventilnadelspitze 4 weitgehend abgedeckt sind. In Fig. 1 ist eine Ausführung des erfindungsgemäßen Ventils als Sacklochdüse dargestellt.

Bezugszeichenliste

- 1 Symmetriearchse
- 2 Ventilnadel
- 3 Ventilkörper
- 4 Ventilnadelspitze
- 5 Bohrung
- 6 konische Ventilkörperinnenwand
- 7 Öffnung
- 8 Außencscite
- 9 Ventildichtfläche
- 10 stromaufwärts
- 11 stromabwärts

12 erste radiale Ausnehmung (1. Variante)	
13 zweite radiale Ausnehmung (1. Variante)	
14 Sitzbereich (1. Variante)	
15 Sitzbereich (2. Variante)	
16 erste radiale Ausnehmung (2. Variante)	5
17 zweite radiale Ausnehmung (2. Variante)	
18 obere Kante einer Ausnehmung	
19 untere Kante einer Ausnehmung	
δ_1 erster Kegelwinkel von einem Bereich der Ventilnadel- spitze	10
δ_2 zweiter Kegelwinkel von einem Bereich der Ventilnadel- spitze	
δ_3 dritter Kegelwinkel von einem Bereich der Ventilnadel- spitze	
β Kegelwinkel der Ventilkörperinnenwand	15
α_1 erster Differenzwinkel	
α_2 zweiter Differenzwinkel	

Patentansprüche

20

1. Ventil mit einer in einer Bohrung (5) eines Ventilkörpers (3) axial verschiebbaren Ventilnadel (2), die an ihrem einen Ende eine konische Ventilnadelspitze (4) aufweist, wobei die Ventilnadelspitze (4) eine radiale Ventildichtfläche (9) umfaßt, die in Schließstellung des Ventils an einer konischen Ventilkörperinnenwand (6) am geschlossenen Ende der Bohrung (5) zur Anlage kommt, wobei in der konischen Ventilkörperinnenwand (6) mindestens eine Öffnung (7) angeordnet ist, die die Bohrung (5) mit der Außenseite (8) des Ventilkörpers (3) verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ventil zwei radiale Ausnehmungen (12, 13, 16, 17) enthält, die in der Ventilnadelspitze (4) oder der Ventilkörperinnenwand (6) angeordnet sind, wobei sich eine der radialen Ausnehmungen (13, 17) stromaufwärts (10) und die andere radiale Ausnehmung (12, 16) stromabwärts (11) von der Position der Ventildichtfläche (9) in Schließstellung des Ventils befindet.

25

2. Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die konische Ventilnadelspitze (4) eine Mantelfläche besitzt, die mindestens zwei Bereiche mit verschiedenen Kegelwinkeln umfaßt.

30

3. Ventil gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantelfläche der Ventilnadelspitze (4) drei Bereiche mit verschiedenen Kegelwinkeln ($\delta_1, \delta_2, \delta_3$) umfaßt, wobei die drei Bereiche in Schließstellung des Ventils jeweils durch eine der zwei radialen Ausnehmungen (12, 13, 16, 17) voneinander getrennt werden und die Kegelwinkel ($\delta_1, \delta_2, \delta_3$) der drei Bereiche stromabwärts (11) größer werden.

35

4. Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die konische Ventilkörperinnenwand (6) mindestens zwei Bereiche mit verschiedenen Kegelwinkeln umfaßt, wobei die Kegelwinkel stromaufwärts (10) größer werden.

40

5. Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide radialen Ausnehmungen in der Ventilnadelspitze (4) oder in der Ventilkörperinnenwand (6) angeordnet sind oder daß eine radiale Ausnehmung (16, 17) in der Ventilnadelspitze (4) und eine in der Ventilkörperinnenwand (6) angeordnet ist.

45

6. Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (12, 13, 16, 17) einen Querschnitt haben, der die Form eines Kreissegments (Nut), cincs Krcisscktors, cincs Drci-, Vicr-, oder sonstigen 65 Vielecks oder Kombinationen daraus, besitzt.

50

7. Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil eine Kraftstoffeinspritzdüse ist, vor-

55

60

65

6

zugsweise in selbstzündenden Brennkraftmaschinen.
8. Ventil gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die selbstzündenden Brennkraftmaschinen eine Common Rail-Dieseleinspritzung umfassen.
9. Ventil gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil als Sitz- oder Sacklochdüse aufgebaut ist.
10. Verfahren zur Herstellung eines Ventils gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (12, 13, 16, 17) durch Bearbeitung eines Standardventils gefertigt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

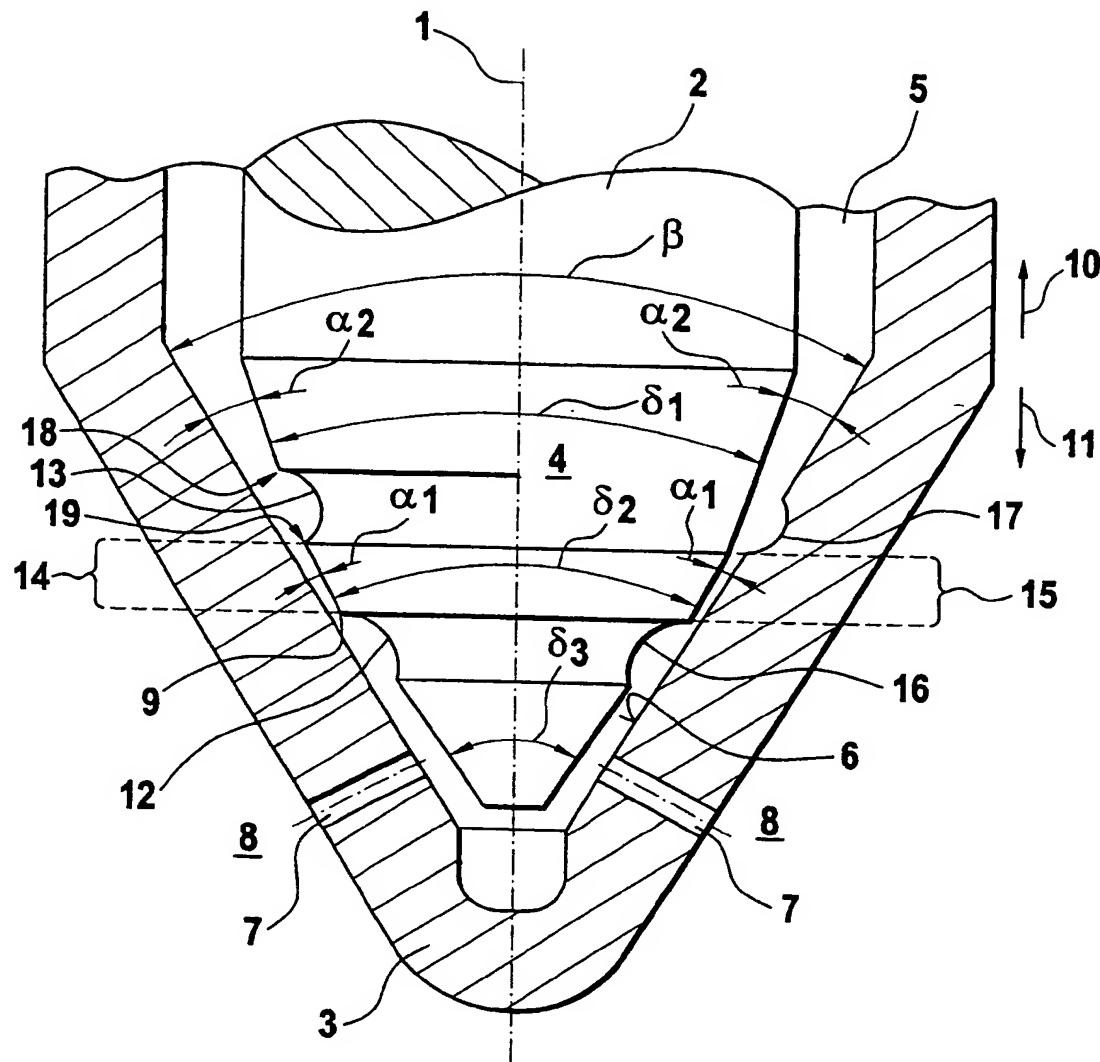


Fig. 1